

Eur päisches Pat ntamt  
Europ an Pat nt Office  
Offic europ nd s brev ts



(11) **EP 0 970 299 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**20.06.2001 Patentblatt 2001/25**

(51) Int Cl.7: **F01L 9/04, F02P 15/00**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/EP98/01706**

(21) Anmeldenummer: **98920484.7**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 98/42956 (01.10.1998 Gazette 1998/39)**

(22) Anmeldetag: **24.03.1998**

(54) **VERBRENNUNGSMOTOR**

**INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

**MOTEUR A COMBUSTION INTERNE**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT SE**

(72) Erfinder: **LEIBER, Heinz, Karl**  
**D-71739 Oberlexingen (DE)**

(30) Priorität: **24.03.1997 DE 19712054**  
**20.09.1997 DE 19741569**

(74) Vertreter: **Lenzing, Andreas, Dr.**  
**Lenzing Gerber**  
**Patentanwälte**  
**Münsterstrasse 248**  
**40470 Düsseldorf (DE)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**12.01.2000 Patentblatt 2000/02**

(73) Patentinhaber: **LSP Innovative Automotive**  
**Systems GmbH**  
**71739 Oberlexingen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**WO-A-87/00239 DE-A- 2 343 905**  
**FR-A- 2 307 958 GB-A- 1 471 537**

**EP 0 970 299 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

031356 U.S. PTO  
10/761744



012104

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Verbrennungsmotor mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1.

Es ist z.B. aus der EP 0357938 B1 bekannt, einen entsprechend dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgebildeten Antrieb für die Betätigung eines Ventils eines Verbrennungsmotors zu nutzen. Es wird als bekannt unterstellt, daß man bei einem Motor mit derartiger Ventilbetätigung eine ruhende Hochspannungsverteilung mit Mehrfachfunkenzündspule oder Einzelfunkenspulen z. B. mit der Zündkerze kombiniert einsetzt, wie sie z.B. aus dem Bosch Taschenbuch Seite 439 ff bekannt ist. Der Erfindung liegt die Aufgabe zu Grunde, einen Verbrennungsmotor zu schaffen, bei dem Kosten und Gewicht für die Zündsysteme verringert werden.

[0002] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Aus dem Gebrauchsmuster 700 31 43 ist es bekannt, für den Anker einer Hochspannungs-Kondensator-Zündanlage einen dreischenkigen Eisenkern vorzusehen und auf diesen Schenkeln verschiedene, für die Zündung benötigte, Wicklungen aufzubringen. Hier sind Eisenkern und Wicklungen ausschließlich für das Zündsystem vorgesehen.

[0003] Durch die Erfindung ergibt sich auch die Möglichkeit, insbesondere bei Direkteinspritzung mit höheren Anforderungen an das Zündsystem mehrere Zündkerzen einzusetzen.

Der Hauptgedanke der Erfindung sieht die Doppelnutzung des Eisenkreises und der Erregerspule sowohl für den magnetischen Ventilantrieb als auch für die Zündanlage vor.

Das Gewicht pro Zündspule beträgt ca. 250 g, d.h. bei 4 Zylindern können durch die Erfindung 1000 g Gewicht eingespart werden. Da bei der Erfindung mindestens zwei Doppel-Magnetsysteme pro Zylinder verwendet werden, kann mit geringem Aufwand eine Doppelzündung realisiert werden mit den bekannten Vorteilen für die Verbrennung (Motortechnische Zeitung Seiten 393/394-58/1997). Diese ist aus Gewichts- und Kostengründen wenig verbreitet. Es ist hier keine getrennte Befestigung der Zündspule notwendig. Es wird nur ein kurzes Kabel benötigt. Ein Teil der elektrischen Anschlüsse kann mitbenutzt werden.

Die Unteransprüche beinhalten Weiterbildungen und Ausgestaltungen der Erfindung.

## Figurenbeschreibung

[0004] Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung erläutert.

[0005] Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit getrennten Erregerspulen

Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung mit Doppelnutzung der Erregerspule

5 Fig. 3 und 5 je ein Blick auf die Ventil- und Zündkerzenanordnung eines Zylinders

Fig. 6 und 7 Diagramme zur Erläuterung der Ansteuerung der Ventile und der Zündung

10 Fig. 8 ein Ausführungsbeispiel mit Freilaufdioden

15 Fig. 9 ein zugehöriges Diagramm

[0006] In Fig. 1 ist ein elektromagnetischer Antrieb für ein Ventil 1 eines Verbrennungsmotors gezeigt, der zwei zweipolige Elektromagnete 2 und 3 mit lamellierten Eisenkernen 4 und 5 und Erregerspulen 6 und 7 aufweist. Zwischen den Polen der Elektromagnete ist ein Anker 8 angeordnet, der mittels eines um die Achse 9 drehbaren Stabs 10 federgelagert ist. An den Anker 8 ist eine Betätigungsstange 11 angelenkt, die bei Erregung des Elektromagneten 2 das Ventil 1 gegen die Kraft einer Feder 12 öffnet. Die Federkraft der Feder 12 und die Voreinstellung der Federkraft des Drehstabs 10 sind so aufeinander abgestimmt, daß der Anker 8 bei nicht erregten Elektromagneten in die ausgezogene gezeichnete Stellung gestellt wird. Es ist ein mechanisches Rastsystem mit einer Rastrolle 13 vorgesehen, die in den Endstellungen des Ankers 8 unter- bzw. oberhalb eines Teils 14 des Ankers 8 einrastet, und dann den Anker in der Endstellung ohne Erregung eines Elektromagneten festhält.

In Fig. 1 ist strichpunktiert die Stellung (8') des Ankers 8 nach Erregung des Elektromagneten 3 und Einrasten der Rastrolle 13' unter das Teil 14' des Ankers gezeigt. Die Rastung wird durch einen gesonderten nicht gezeigten Rastelektromagneten bei Umsteuerung des Ventils rechtzeitig entrastet.

Auf den lamellierten Kern 4 des Elektromagneten 3 sind auch die Primär- 15 und Sekundärwicklungen 16 einer Einzelfunkenzündspule aufgebracht; der Eisenkern 5 wird also doppelt genutzt. Die Sekundärwicklung 16 ist mit einer Zündkerze 17 verbunden. Der Niederspannungsanschluß für die Zündspule ist mit 18 bezeichnet.

[0007] Die Fig. 2 der Zeichnung unterscheidet sich von Fig. 1 nur dadurch, daß die Erregerspule 7 für den Elektromagneten 3 weggelassen wurde und nunmehr die Primärwicklung 15 der Zündspule auch als Erregerspule für den Elektromagneten 3 genutzt wird. Die Ansteuerung für die beiden Anwendungen erfolgt mit unterschiedlichen Stromstärken, und zwar ist die Stromstärke für die Zündspule niedriger. Eine gegenseitige Störung der Aggregate ist nicht zu befürchten, weil in der Raststellung ohne Betätigung des Rastmagneten keine Ventilbetätigung erfolgt. Für die beschriebene

Kombination wird vorzugsweise das Magnetsystem des Auslaßventiles vorgeschlagen.

Als Ansteuerverfahren können bewährte Verfahren eingesetzt werden, z.B. eine Zeitsteuerung oder auch eine Stromregelung, um die Kriterien Zündspannung, Zündzeitpunkt und Zündenergie zu erhalten.

[0008] Die im Anspruch 1 erwähnte einsetzbare Mehrfachfunkenzündspule kann für zwei oder mehrere Zylinder zum Einsatz kommen.

Wird entsprechend Fig. 2 nur eine Wicklung für beide Anwendungen benutzt, wobei für die Ventilbetätigung ein Impuls größerer Amplitude als für die Zündung verwendet wird, so kann man eine Zündung durch diesen Impuls dadurch vermeiden, daß man den Impuls in Stufen abbaut, also die Rückflanke des Impulses langsamer im Mittel abfallen läßt. Dies hat keinerlei negative Auswirkung auf die Ventilbetätigung. Jedoch wird die die Größe der

Sekundärspannung der Zündspule bestimmende Feldänderung ( $d\phi/dt$ ) der Rückflanke verkleinert, so daß die Sekundärspannung nicht zur Zündung ausreicht.

Alternativ zu den Fig. 1 und 2 könnte die beschriebene Rasteinrichtung auch wegfallen und das Festhalten in den Endstellungen durch Halteströme bewirkt werden. Vorzugsweise wird dabei für wenigstens eine Endstellung eine gesonderte Haltewicklung vorgesehen, die für diesen Zweck spezieller Weise dimensioniert werden kann.

In Fig. 3 ist schematisch ein Zylinder 20 vom Kolben her gesehen gezeigt. Er weist zwei Einlaßventile 21 und 22 und ein Auslaßventil 23 auf. Außerdem sind zwei Zündkerzen 24 und 25 vorgesehen. Die Verwendung von zwei Zündkerzen hat den Vorteil einer besseren Abgasqualität. Die beiden Zündkerzen werden über eine Primärwicklung entsprechend Fig. 1 oder 2 angesteuert, wobei zwei Hochspannungs Sekundärwicklungen vorgesehen werden.

Fig. 4 zeigt eine Anordnung wieder mit drei Ventilen 31, 32 und 33 jetzt aber mit drei Zündkerzen 34, 35 und 36, was eine weitere Steigerung der Abgasqualität mit sich bringt.

Auch vier Zündkerzen können eingesetzt werden. Auch ist die Verwendung von zwei oder vier Ventilen möglich. In Fig. 5 ist eine 4-Ventilversion mit drei Zündkerzen gezeigt. Dabei ist ein Auslaßventil (A-Ventil) beträchtlich kleiner. Dies ist notwendig zur Reduzierung der Magnet- und Ventilkraft, da das A-Ventil gegen den Restdruck (ca. 8 bar) im Zylinder öffnen muß. Diese Auslegung ist notwendig, wenn eine Konstruktion mit kleinen beschleunigenden Massen vorliegt und dementsprechend die Rückstellfedern schwächer sind, was auch kleinere Magnete zur Folge hat. Die Vierventilversion mit drei Zündkerzen eignet sich besonders gut für die Direkteinspritzung. Vorzugsweise wird das Einspritzventil im seitlichen Zwischenraum zwischen den Einlaßventilen E1 und E2 angebracht. Bei dieser 4-Ventilversion mit einem relativ kleinen Auslaßventil können anstelle von drei Zündkerzen auch eine oder zwei Zündkerzen verwen-

det werden.

Das kleine Auslaßventil wird zuerst erregt, so daß der große Druck bei der etwas späteren Ansteuerung des großen Auslaßventils abgebaut ist.

5 Bei Direkteinspritzung kann das Einspritzventil im Zentrum positioniert sein.

[0009] Vorzugsweise wird als Erregerwicklung (Primärwicklung) der Zündspule die Ansteuerwicklung des Magneten verwendet, der das Ventil in die Schließstellung bringt. In der Schließstellung eines Einlaßventils und während der Verdichtung im Zylinder lastet ein großer Druck auf dem Ventil. Deshalb ist es möglich während der Einkopplung des Zündimpulses über die Primärwicklung den Haltestrom abzuschalten. Dies wird man vorzugsweise ca. 90° Kurbelwellenwinkel vor dem Zündimpuls tun. Es genügt beim Einlaßventil und Auslaßventil die Halteerregung erst wieder kurz vor dem unteren Totpunkt einzuschalten.

In Fig. 6a ist der Hubverlauf eines Zylinders mit den Extrempunkten UT und OT gezeigt. Bei  $t_1$  erfolgt die Zündung. Die Fig. 6b und 6c zeigen den Zustand des Einlaßventils E und des Auslaßventils A, wobei diese Ventile in den gestrichelten Bereichen geöffnet sind. In der Fig. 6d ist der Druckverlauf im Zylinder aufgetragen. In den Fig. 6e und 6f sind die Ansteuerströme für den Schließmagneten und den Öffnungsmagneten ( $i_7$  und  $i_6$  in Fig. 6e) des Einlaßventils und des Auslaßventils ( $i_{7a}$  und  $i_{6a}$  in Fig. 6f) aufgetragen.

Zur Öffnung des Einlaßventils wird bei  $t_0$  der niedrige Haltestrom der Schließmagnetspule mit dem Stromverlauf  $i_7$  abgeschaltet und kurz darauf die Magnetspule des Öffnungsmagneten mit dem Stromverlauf  $i_6$  eingeschaltet und nach Erreichen der Endstellung auf einen kleineren Haltestrom abgesenkt. Abhängig von der Drehzahl wird dieser Haltestrom abgeschaltet und das Ventil bewegt sich in Richtung Schließstellung. Hierzu wird die Schließmagnetspule zunächst zum Fangen des Ankers stärker bestromt und anschließend auf einen Haltewert abgesenkt, bis er wieder zum Öffnen des Einlaßventils abgeschaltet wird. Der relativ flache Stromabfall resultiert aus der Freilaufdiode, deren Wirkung anhand der Fig. 8 und 9 noch erläutert wird.

Der adäquate Stromverlauf gilt grundsätzlich für das Auslaßventil. In der Phase des geschlossenen Zustandes wird das Auslaßventil über den niedrigen Haltestrom der Schließmagnetspule mit Stromverlauf  $i_{7a}$  geschlossen. Vor dem Zündzeitpunkt  $T_2$  wird der Strom erhöht auf einen Wert, der genügend Spulenenergie zur Folge hat, damit nach dem schnellen Abschalten in die Sekundärspule genügend Zündspannung und Zündenergie übertragen wird. Der Zeitpunkt der Stromerhöhung wird von der Drehzahl und der Spulenzitkonstanten bestimmt. Nach dem Abschalten wird anschließend in der Schließmagnetspule der Haltestrom eingeschaltet. Beim späteren Öffnen des Auslaßventils gilt derselbe Ablauf für den Schließ- und Öffnungsmagneten wie beim Einlaßventil. Im Gegensatz zum Einlaßventil E ist zum sogenannten Laden der Erregerpule genügend

Zeit vorhanden. Beim Einlaßventil kommt nach dem Schließen unmittelbar die Verdichtungsphase mit dem Zündzeitpunkt, der bei hohen Drehzahlen bis zu 20° vor OT sein kann. Aus Gründen der Vereinfachung wurde der ideale Stromverlauf gezeichnet. Auch kann der Strom der Schließmagnetspulen bei höherem Drücken reduziert oder sogar ganz abgeschaltet werden, um Ansteuerleistung einzusparen.

[0010] Fig. 7 zeigt die möglichen unterschiedlichen Verläufe der Impulse für die Ventilbetätigung (ausgezogener Verlauf) und für das Zünden (gestrichelter Rückflankenverlauf).

Fig. 8 zeigt eine Ansteuerschaltung für ein Ventil. Pro Magnet sind hier zwei Erregerspulen 40 und 41 bzw. 42 und 43 mit getrennten, steuerbaren Endstufen 44 bis 47 vorgesehen, wie dies in der älteren Patentanmeldung 197 31 381.7 beschrieben ist. Die Wicklungen 40 und 41 bzw. 42 und 43 stellen je eine Wicklung dar. Parallel zu jeder Erregerspule 40 bis 43 ist eine Freilaufdiode 40a bis 43a geschaltet. Zur Entlastung des Bordnetzes 9 bei der hohen Impulsbelastung ist ein Speicherkondensator 48 vorgesehen.

Die Anordnung, der Fig. 8 ist für die Integration der Zündung ausgelegt. Hier wird z.B. die Wicklung 42 zusätzlich als Primärspule der Zündspule benutzt. Die Zündstufe 46 muß deshalb eine extrem kurze Abschaltzeit aufweisen, damit die hohe Induktionsspannung die entsprechend hohe Zündspannung bewirken kann. In dem Teil des Elektromagneten, in dem der Magnetkreis und die Wicklung 42 für die Zündung mitgenutzt wird, ist es nicht möglich, eine einfache Freilaufdiode einzusetzen. Hier muß eine gesteuerte Freilaufdiode eingesetzt werden, die im Zündfall den Freilauf sperrt und bei Ventilbetätigung im Magneten zur Energierückgewinnung den Freilauf freigibt. Dies wird durch eine entsprechend gesteuerte, hochspannungsfeste Endstufe 42a ermöglicht.

Fig. 9 zeigt für die Anordnung der Fig. 8 voll ausgezogen den Stromverlauf  $i=f(t)$  im Falle der Zündung und gestrichelt den Verlauf  $i=f(t)$  bei Ventilbetrieb.

#### Patentansprüche

1. Verbrennungsmotor mit einem elektromagnetischem Antrieb für die Ventilbetätigung, bei dem pro Ventil (1) zwei Elektromagnete (2, 3) vorgesehen sind, insbesondere deren Polflächen zumindest teilweise einander zugewandt sind und mit einem zwischen diesen Polflächen hin- und herbewegbarem Anker (8), der bei abgeschalteten Magneten durch Federkräfte in eine Zwischenstellung gebracht und dort gehalten und bei Einschaltung eines der Elektromagneten (2, 3) in die Nähe der Polflächen des entsprechenden Elektromagneten (2, 3) gebracht wird, wobei der Anker (8) mit dem anzutreibenden Ventil (1) in Wirkverbindung steht, wobei der Verbrennungsmotor eine ruhende Hoch-

spannungsverteilung mit Einzelfunkenzündspulen oder Mehrfachfunkenzündspulen aufweist, deren Primär- und Sekundärwicklung auf einem lamellierten Kern aufgebracht sind, dadurch gekennzeichnet, daß der Eisenkern (5) eines Elektromagneten (3) des Antriebs auch als Kern der Zündspule (18) verwendet wird.

2. Verbrennungsmotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung des Elektromagneten als Erregerwicklung (Primärwicklung) der Zündspule dient (Fig. 2).
3. Verbrennungsmotor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung des Elektromagneten für die beiden Einsatzarten mit unterschiedlichen Stromstärken angesteuert wird (Fig. 6e).
4. Verbrennungsmotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückflanke des für den Ventiltrieb eingekoppelten Impulses verlangsamt abgebaut wird (Fig. 7).
5. Verbrennungsmotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rückflanke in Stufen abgebaut wird (Fig. 7).
6. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder zwei Zündkerzen (24, 25) vorgesehen sind.
7. Verbrennungsmotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder drei Ventile (21 bis 23) vorgesehen sind.
8. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder drei Zündkerzen (34 bis 36) vorgesehen sind.
9. Verbrennungsmotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder drei Ventile (31 bis 33) vorgesehen sind.
10. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder vier Zündkerzen vorgesehen sind.
11. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder vier Ventile (A1, A2, E1, E2) und drei Zündkerzen vorgesehen sind.
12. Verbrennungsmotor nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß pro Zylinder wenigstens eine und maximal vier Zündkerzen vorgesehen sind (Fig. 5).
13. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 7

bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß bei Verwendung von wenigstens zwei Auslaßventilen (A1, A2) eines (A1) gegenüber dem anderen (A2) kleiner dimensioniert ist.

14. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 11 bis 13, gekennzeichnet durch seine Anwendung bei Direkteinspritzung.

15. Verbrennungsmotor nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Einspritzventil im seitlichen Zwischenraum zwischen den Einlaßventilen untergebracht ist.

16. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Ansteuer- spule des Elektromagneten für das Schließen des Ventils als Erregerwicklung (Primärwicklung) der Zündspule dient.

17. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 - 16, wobei zum Halten der Schließstellung des Ventils ein Haltestrom dient, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltestrom bei Erzeugung der Zündimpulse abgeschaltet wird.

18. Verbrennungsmotor nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine gesonderte Haltewicklung für das Halten der Schließstellung vorgesehen ist (Fig. 8).

19. Verbrennungsmotor nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß der Haltestrom während eines Zeitraums vor und nach Erzeugung der Zündimpulse abgeschaltet ist.

20. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß bei Energierückgewinnung an den Wicklungen (40 bis 43) der Elektromagnete durch parallel zur Wicklung geschalteten Freilaufdioden (40a bis 43a) der auch als Primärwicklung der Zündspule dienenden Wicklung (42) eine spezielle geschaltete Schalteinrichtung (42a) zugeordnet ist, die für den Betrieb zur Energierückgewinnung mit langsamem Stromabbau als Freilaufdiode wirkt und im Zündbetrieb den Freilauf sperrt.

21. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß der elektromagnetische Antrieb je zwei Erregerwicklungen (z. B. 40, 41) aufweist, die zeitweise in Parallelschaltung betrieben werden.

22. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 21, dadurch gekennzeichnet, daß zur Optimierung der Zündfolge die Erregerwicklung oder der Magnetkern eines benachbarten Zylinders zur Zündung herangezogen wird.

dung herangezogen wird.

23. Verbrennungsmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß zur Zündung ein Wicklung eines Elektromagneten des Auslaßventils des jeweiligen Zylinders herangezogen wird.

## 10 Claims

1. An internal combustion engine with an electromagnetic drive for the valve actuation, wherein for each valve (1) two solenoids (2, 3) are provided, in particular, solenoids whose pole surfaces are at least partially facing one another, and with an armature (8) movable back and forth between these pole surfaces which, when the solenoids are switched off, is brought by spring forces into an intermediate position and is held there and, upon switching on one of the solenoids (2, 3), is brought into the vicinity of the pole surfaces of the corresponding solenoid (2, 3), wherein the armature (8) is in interactive connection with the valve (1) to be driven, wherein the internal combustion engine has a static high-voltage distribution with single spark ignition coils or multi-spark ignition coils whose primary and secondary windings are applied to a laminated core, characterized in that the iron core (5) of one solenoid (3) of the drive is also used as the core of the ignition coil (18).
2. The internal combustion engine according to claim 1, characterized in that the winding of the solenoid serves as an exciting winding (primary winding) of the ignition coil (Fig. 2).
3. The internal combustion engine according to claim 2, characterized in that the winding of the solenoid is triggered with different intensities of current for the two types of use (Fig. 6e).
4. The internal combustion engine according to claim 3, characterized in that the back flank of the pulse that is input for the valve drive drops at a slowed rate (Fig. 7).
5. The internal combustion engine according to claim 4, characterized in that the back flank drops in steps (Fig. 7).
6. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 5, characterized in that for each cylinder two spark plugs (24, 25) are provided.
7. The internal combustion engine according to claim 6, characterized in that for each cylinder three valves (21 to 23) are provided.

8. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 5, characterized in that for each cylinder three spark plugs (34 to 36) are provided.
9. The internal combustion engine according to claim 8, characterized in that for each cylinder three valves (31 to 33) are provided. 5
10. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 5, characterized in that for each cylinder four spark plugs are provided. 10
11. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 5, characterized in that for each cylinder four valves (A1, A2, E1, E2) and three spark plugs are provided. 15
12. The internal combustion engine according to claim 11, characterized in that for each cylinder at least one and at most four spark plugs are provided (Fig. 5). 20
13. The internal combustion engine according to one of the claims 7 to 10, characterized in that, when using at least two exhaust valves (A1, A2), one of them (A1) is of a smaller size relative to the other (A2). 25
14. The internal combustion engine according to one of the claims 11 to 13, characterized by its use for direct injection. 30
15. The internal combustion engine according to claim 14, characterized in that the injection valve is arranged in the lateral intermediate space between the intake valves. 35
16. The internal combustion engine according to one of the claims 6 to 10, characterized in that the drive coil of the solenoid for closing the valve serves as an exciting winding (primary winding) of the ignition coil. 40
17. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 16, wherein a holding current is provided for holding the closing position of the valve, characterized in that the holding current is switched off when the ignition trigger signal is generated. 45
18. The internal combustion engine according to claim 17, characterized in that a separate restraining coil is provided for holding the closing position (Fig. 8). 50
19. The internal combustion engine according to claim 17 or 18, characterized in that the holding current is switched off during a time period before and after generating the ignition trigger signal. 55
20. The internal combustion engine according to one of

the claims 1 to 19, characterized in that, for energy recovery on the coils (40 to 43) of the solenoids by freewheeling diodes (40a to 43a) connected parallel to the coil, a special connected switching device (42a) is correlated with the coil (42), serving also as a primary winding of the ignition coil, which switching device acts as a freewheeling diode during operation for energy recovery with slow current drop and blocks the recovery/freewheeling process during ignition operation.

21. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 20, characterized in that the solenoid drive comprises two exciting windings (e.g., 40, 41) each which are connected in parallel at times.
22. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 21, characterized in that for optimizing the ignition sequence the exciting winding or the magnet core of a neighboring cylinder is used for ignition.
23. The internal combustion engine according to one of the claims 1 to 22, characterized in that a winding of a solenoid of the exhaust valve of the respective cylinder is used for ignition.

#### Revendications

1. Moteur à combustion interne comportant un dispositif d'entraînement électromagnétique pour l'actionnement d'une soupape, dans lequel il est prévu pour chaque soupape (1) deux électroaimants (2,3), dont notamment les surfaces polaires sont tournées au moins en partie l'une vers l'autre, et comportant une armature (8) déplaçable en va-et-vient entre ces surfaces polaires et qui, lorsque les aimants sont débranchés, est placée dans une position intermédiaire et y est retenue par des forces de ressorts, et, lors de l'activation de l'un des électroaimants (2, 3), est amenée à proximité des surfaces polaires de l'électroaimant correspondant (2,3), l'armature (8) étant reliée selon une liaison active à la soupape (1) devant être activée, et dans lequel il existe, dans le moteur à combustion interne, une répartition uniforme de la haute tension avec des bobines d'allumage à étincelle individuelle ou des bobines d'allumage à étincelles multiples, dont l'enroulement primaire et l'enroulement secondaire sont disposés sur un noyau feuilleté, caractérisé en ce que le noyau de fer (5) d'un électroaimant (3) du dispositif d'entraînement est également utilisé en tant que noyau de la bobine d'allumage (18).
2. Moteur à combustion interne selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'enroulement de l'électroaimant est utilisé en tant qu'enroulement d'exci-

tation (enroulement primaire) de la bobine d'allumage (figure 2).

3. Moteur à combustion interne selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'enroulement de l'électroaimant est commandé pour les deux types d'utilisation, avec des intensités de courant différentes (figure 6e).
4. Moteur à combustion interne selon la revendication 3, caractérisé en ce que le flanc arrière de l'impulsion injectée pour le dispositif d'entraînement des soupapes retombe d'une manière ralentie (figure 7).
5. Moteur à combustion interne selon la revendication 4, caractérisé en ce que le flanc arrière retombe en suivant des échelons (figure 7).
6. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que deux bougies d'allumage (24,25) sont prévues pour chaque cylindre.
7. Moteur à combustion interne selon la revendication 6, caractérisé en ce que trois soupapes (21 à 23) sont prévues pour chaque cylindre.
8. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que trois bougies d'allumage (34 à 36) sont prévues pour chaque cylindre.
9. Moteur à combustion interne selon la revendication 8, caractérisé en ce que trois soupapes (31 à 33) sont prévues pour chaque cylindre.
10. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que quatre bougies d'allumage sont prévues pour chaque cylindre.
11. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que quatre soupapes (A1, A2, E1, E2) et trois bougies d'allumage sont prévues pour chaque cylindre.
12. Moteur à combustion interne selon la revendication 11, caractérisé en ce qu'au moins une et au maximum quatre bougies d'allumage sont prévues pour chaque cylindre (figure 5).
13. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que dans le cas de l'utilisation d'au moins deux soupapes d'échappement (A1, A2), l'une (A1) est dimensionnée plus petite que l'autre (A2).
14. Moteur à combustion interne selon l'une des reven-

dications 11 à 13, caractérisé par son utilisation pour une injection directe.

- 5 15. Moteur à combustion interne selon la revendication 14, caractérisé en ce que la soupape d'injection est logée dans l'espace intercalaire latéral entre des soupapes d'admission.
- 10 16. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 6 à 10, caractérisé en ce que la bobine de commande de l'électroaimant est utilisée pour la fermeture de la soupape en tant qu'enroulement d'excitation (enroulement primaire) de la bobine d'allumage.
- 15 17. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1-16, dans lequel on utilise un courant de maintien pour maintenir la soupape dans sa position fermée, caractérisé en ce que le courant de maintien est interrompu lors de la production des impulsions d'allumage.
- 20 18. Moteur à combustion interne selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'un enroulement particulier de maintien est prévu pour le maintien de la position fermée (figure 8).
- 25 19. Moteur à combustion interne selon la revendication 17 ou 18, caractérisé en ce que le courant de maintien est interrompu pendant un intervalle de temps avant et après la production des impulsions d'allumage.
- 30 20. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 19, caractérisé en ce que dans le cas d'une récupération d'énergie au niveau des enroulements (40 à 43) des électroaimants par des diodes à effet unidirectionnel (40a à 43a) (branchées en parallèle avec l'enroulement), à l'enroulement (42) utilisé également comme enroulement primaire de la bobine d'allumage est associé un dispositif de commutation (42a) commuté spécial, qui agit en tant que diode à effet unidirectionnel pour le fonctionnement de récupération d'énergie avec une réduction lente du courant, et bloque l'effet unidirectionnel, dans le fonctionnement d'allumage.
- 40 21. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 20, caractérisé en ce que le dispositif d'entraînement électromagnétique comporte respectivement deux enroulements d'excitation (par exemple 40, 41), qui fonctionnent dans le temps selon un branchement en parallèle.
- 45 55 22. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 21, caractérisé en ce que pour l'optimisation de la séquence d'allumage, l'enroulement d'excitation ou le noyau magnétique d'un cylindre

voisin est utilisé pour l'allumage.

23. Moteur à combustion interne selon l'une des revendications 1 à 22, caractérisé en ce qu'on utilise, pour l'allumage, un enroulement d'un électroaimant de la soupape d'échappement du cylindre respectif. 5

10

15

20

25

30

35

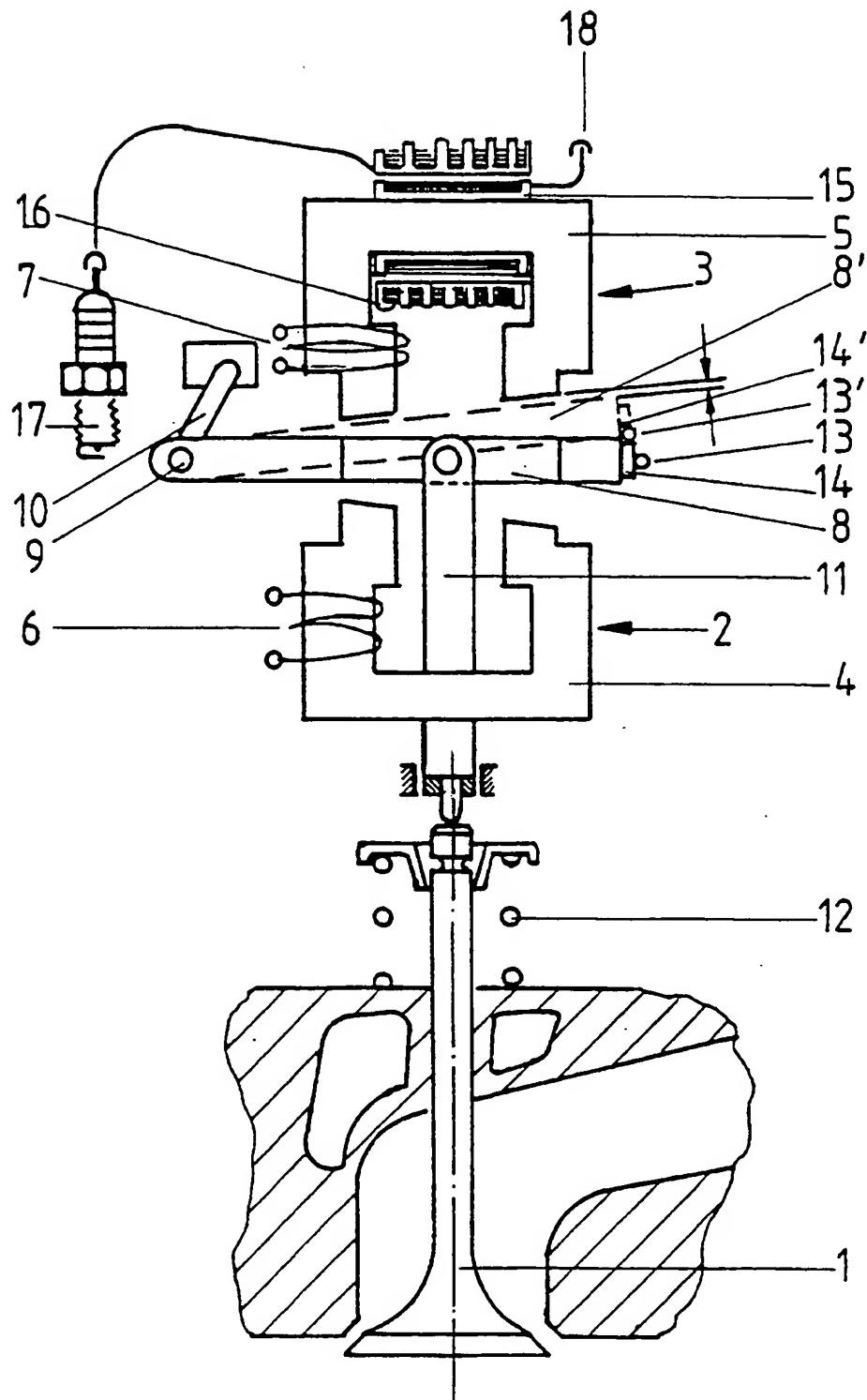
40

45

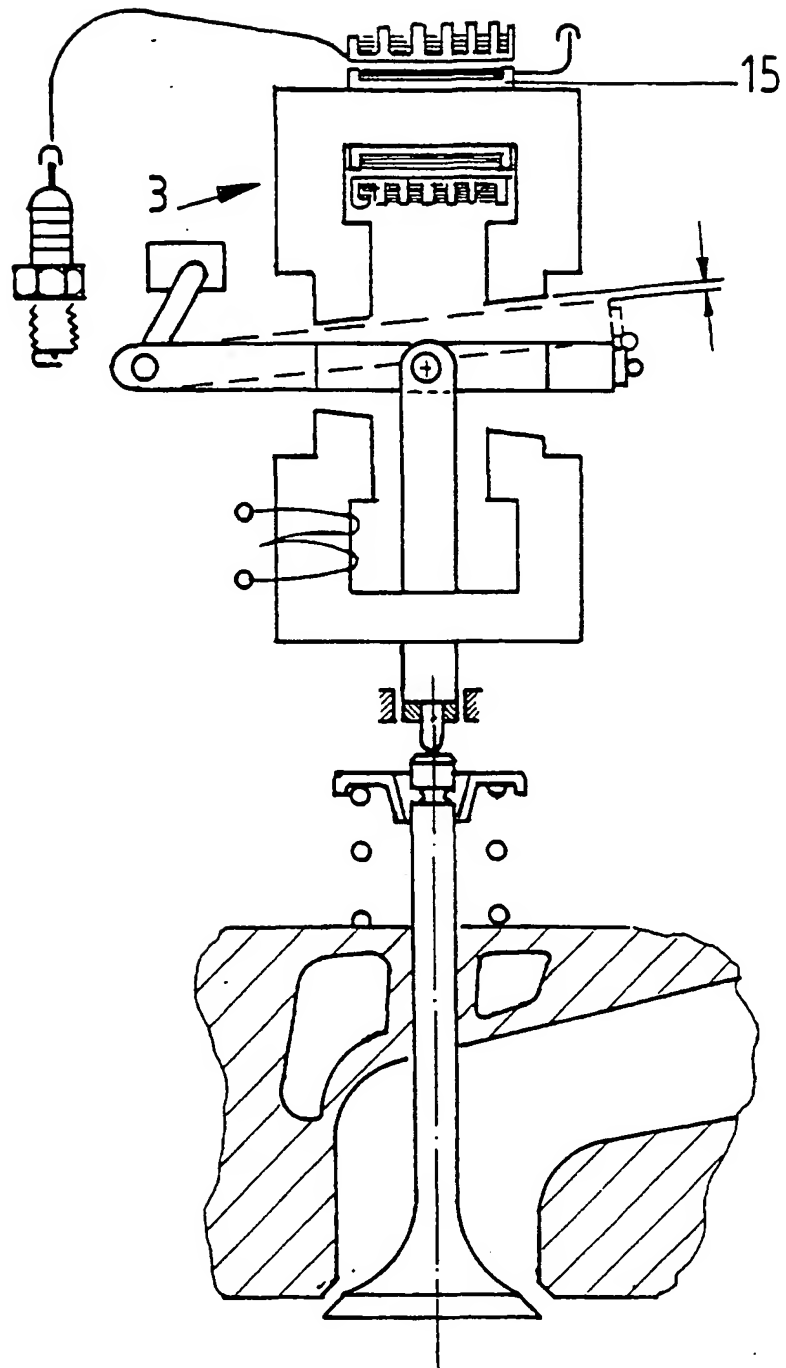
50

55

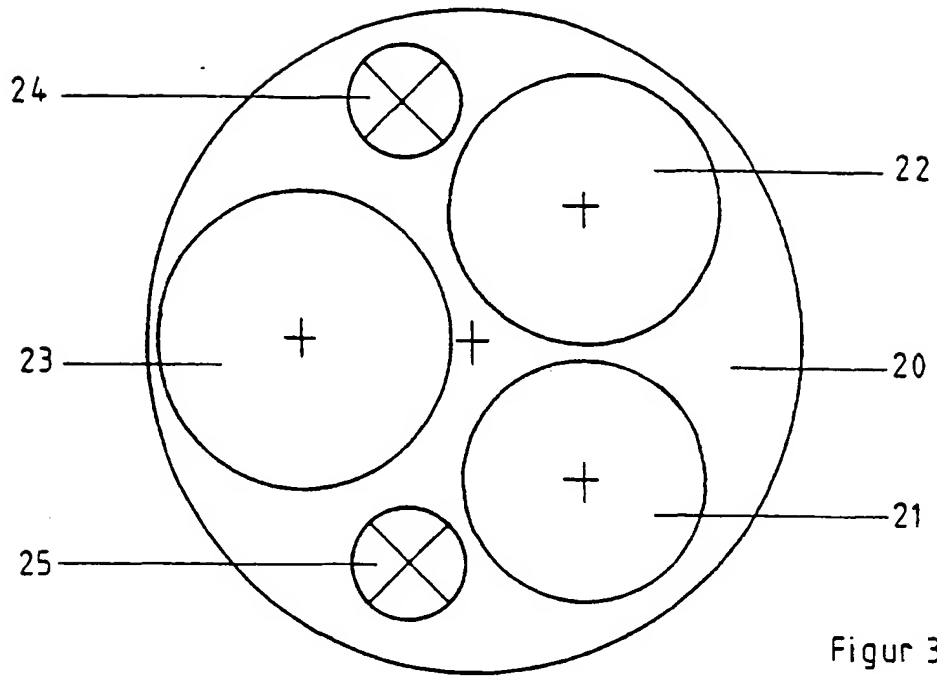




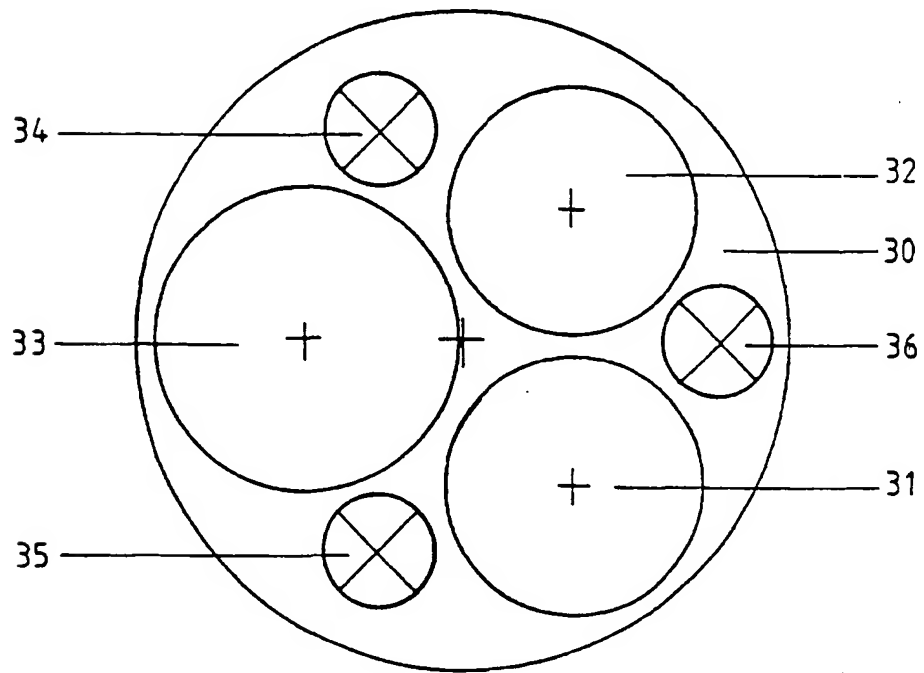
Figur 1



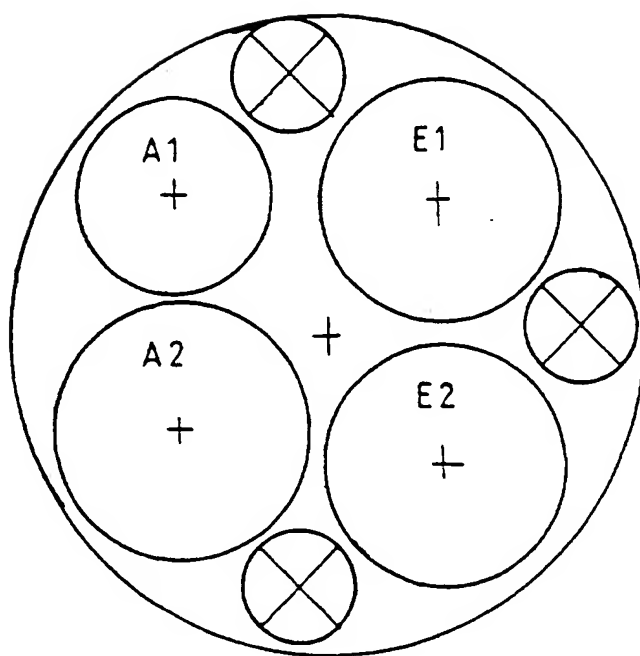
Figur 2



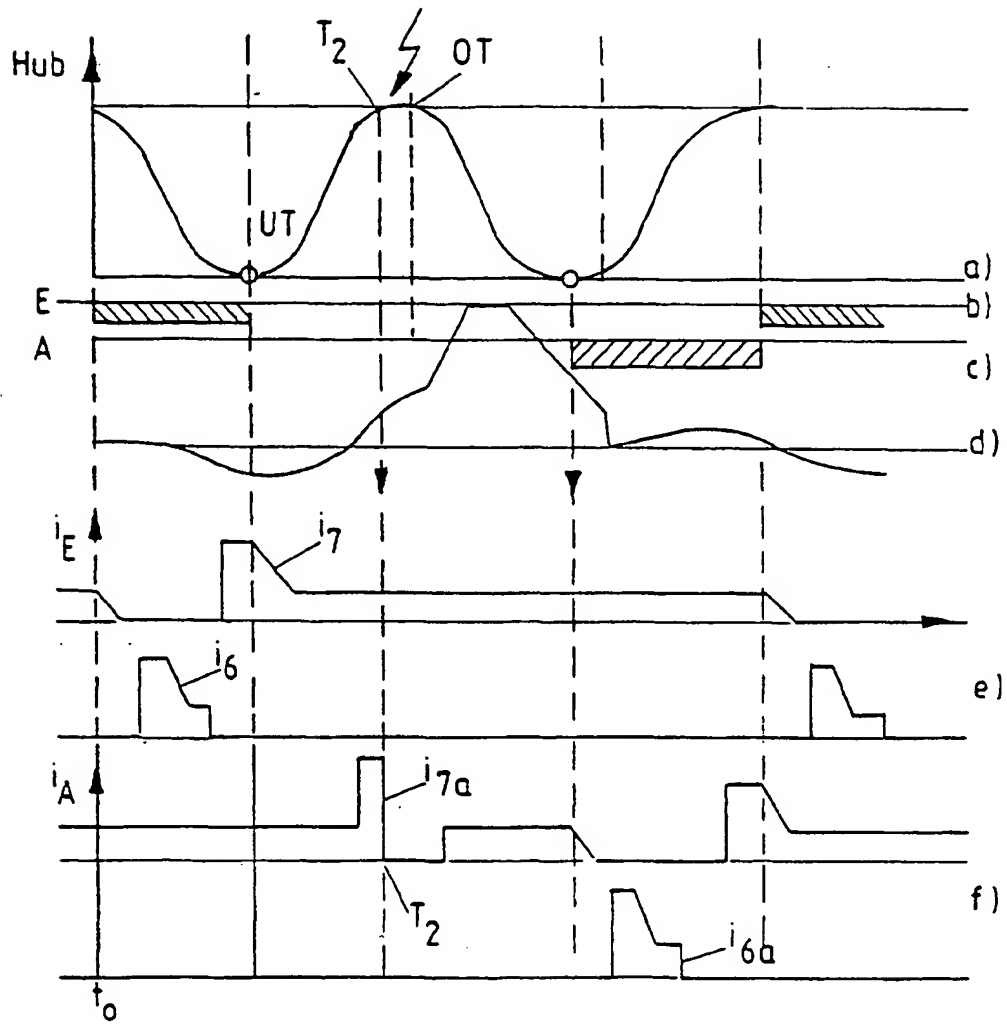
Figur 3



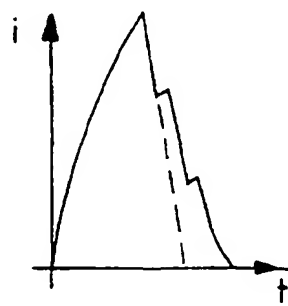
Figur 4



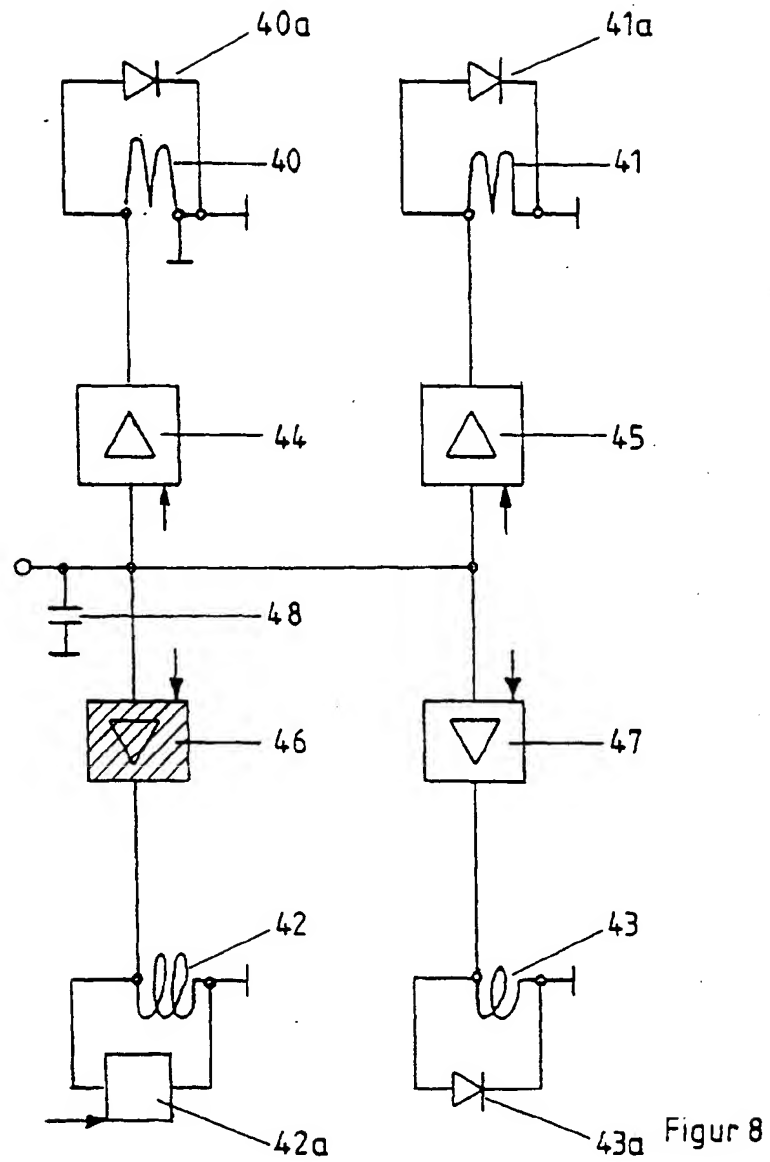
Figur 5



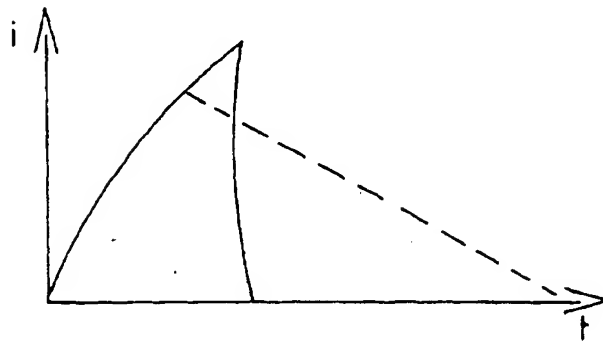
Figur 6



Figur 7



Figur 8



Figur 9